

H 5

Attorney Docket No.: 08038.0032  
Customer Number: 22,852

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

Takayuki NIUYA et al.

Serial No.: 09/658,193

Filed: September 8, 2000



Group Art Unit: Not Assigned

Examiner: Not Assigned

For: METHOD AND APPARATUS FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR  
DEVICE

**CLAIM FOR PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 11-154055, filed June 1, 1999, for the above-identified U.S. patent application.

In support of this claim for priority, enclosed is one certified copy of the priority application.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,  
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

By: 

David W. Hill  
Reg. No. 28,220

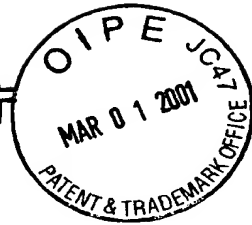
Date: March 1, 2001

DWH/FPD/sem  
Enclosures

LAW OFFICES

FINNEGAN, HENDERSON,  
FARABOW, GARRETT,  
& DUNNER, L.L.P.  
1300 I STREET, N.W.  
WASHINGTON, DC 20005  
202-408-4000

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 6月 1日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第154055号

出願人

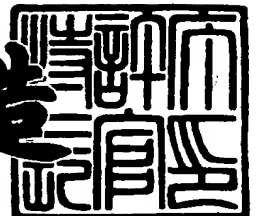
Applicant(s):

東京エレクトロン株式会社

2000年 8月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3064622

【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP980081

【提出日】 平成11年 6月 1日

【あて先】 特許庁長官 伊佐山 建志殿

【国際特許分類】 H01L 21/02  
H01L 21/351

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式  
会社内

【氏名】 丹生谷 貴行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式  
会社内

【氏名】 大野 道広

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式  
会社内

【氏名】 後藤 日出人

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091513

【弁理士】

【氏名又は名称】 井上 俊夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 034359

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9105399

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板表面上の第 1 の絶縁膜に形成された凹部に、金属拡散防止用のバリア層を介して配線用の金属を埋め込む工程と、

前記基板を研磨して前記凹部よりも上方側の金属を除去して凹部内に第 1 の金属層を残す工程と、

前記基板表面を、前記金属層に付着する有機物質の溶液に接触させ、前記金属層の表面に前記有機物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成する工程と、

前記基板表面に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、

この第 2 の絶縁膜における前記第 1 の金属層の上方領域に凹部を形成し、前記第 1 の金属層に接続される配線用の第 2 の金属層をバリア層を介して凹部に埋め込む工程と、を含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 前記基板表面を前記有機物質の溶液に接触させた後、前記基板表面を洗浄することを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 配線用の金属は銅であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 基板上の絶縁膜の凹部に金属層が形成された複数枚の基板を収納した基板カセットが搬入される搬入部と、

基板の表面を洗浄するための第 1 の洗浄ユニットと、

洗浄された基板に、金属層に付着する溶液を接触させ、金属層の表面に金属拡散防止用の保護膜を形成するための処理ユニットと、

前記搬入部に搬入された基板カセットから基板を取り出し、前記ユニット間を搬送するための搬送部と、を備えたことを特徴とする半導体装置の製造装置。

【請求項 5】 前記溶液は有機物質の溶液であり、当該有機物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成することを特徴とする請求項 4 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 6】 前記溶液は金属塩の溶液であり、当該金属塩を構成する金属からなる金属拡散防止用の保護膜を形成することを特徴とする請求項 4 記載の半

導体装置の製造装置。

【請求項 7】 前記基板は、絶縁膜の凹部に金属層を残すために表面の金属層が研磨されたものであり、第 1 の洗浄ユニットは研磨された基板上に付着しているパーティクルを除去するものであることを特徴とする請求項 4、5 または 6 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 8】 処理ユニットで処理された基板を洗浄液により洗浄するための第 2 の洗浄ユニットと、

ここで洗浄された基板を乾燥するための乾燥ユニットと、を備えたことを特徴とする請求項 4 乃至 7 のいずれかに記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 9】 第 1 の洗浄ユニット、処理ユニット、第 2 の洗浄ユニット及び乾燥ユニットは、共通のユニットとして構成されていることを特徴とする請求項 8 記載の半導体装置の製造装置。

【請求項 10】 前記金属層は銅であることを特徴とする請求項 4 乃至 9 のいずれかに記載の半導体装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置内に配線される金属表面への保護膜を形成する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体デバイス（半導体装置）の性能向上の要請から近年ではアルミニウム線に代わり銅線を用いる配線技術が注目されている。銅はアルミニウムよりも低抵抗であり、エレクトロマイグレーション耐性（EM耐性）に優れているという特性を有する一方、半導体基板内への拡散の可能性が高く、また酸化され易いといった問題点を有している。このため半導体装置内において多層構造をもって配線される銅と層間絶縁膜（以下絶縁膜と略す）との間にはバリアメタルや保護膜と呼ばれる種々のバリア材が用いられている。

【0003】

以上のような銅の多層配線を実現する手法の一つとして、ダマシンプロセス (damascene process) と呼ばれる工程があり、その工程を図9に示す。図9中の11は例えばSiO<sub>2</sub>からなる第1の絶縁膜であり、配線の埋め込み用に形成された凹部12を含めた絶縁膜11の表面上をTa<sub>2</sub>N<sub>5</sub>、TiNなどのバリア材 (バリアメタル) 13で被覆し、その上に配線用の銅 (Cu) 14が埋め込まれる (図9(a))。

#### 【0004】

基板表面をCMP (chemical mechanical polishing) と呼ばれる研磨プロセスにより研磨して凹部12以外の銅14とバリア材13とを取り除き、更に凹部12上方を塞ぐようにして保護膜であるシリコン窒化膜 (SiN膜という) 15を設け、その上に第2の絶縁膜16を形成する (図9(b))。SiN膜15は、銅14が第2の絶縁膜16に拡散するのを防止する役割をもっている。そして図示しないマスクを用いて絶縁膜16をエッチングして第2の溝17を形成し (図9(c))、更に溝17内のSiN膜15をエッチングし (図9(d))、この第2の溝17内に銅を埋め込み、上述の工程を繰り返すことで多層構造を実現している。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述ダマシンプロセスにおいて保護膜として用いられるSiN膜15は、誘電率が高く、これが絶縁膜11、16間に残留してしまうため、層間絶縁膜として誘電率の低い材料を用いても、層間絶縁膜全体として誘電率を上げてしまう欠点がある。

#### 【0006】

さらに、このSiN膜を保護膜に用いると、このSiN膜15を取り除くためには2回のエッチングが必要になってしまう。即ち第2の溝17を形成するのに先ず第2の絶縁膜16をエッチングし、その後エッチングに用いる処理ガスの交換等、プロセス条件を変えてSiN膜15のエッチングを行わなければならない。またSiN膜はCVD (chemical vapor deposition) により形成される。従ってこうしたことから製造プロセス全体が複雑化するという問題がある。

【 0 0 0 7 】

本発明はこのような事情を鑑み、その目的はダマシンプロセスを利用した配線の埋め込み工程において絶縁膜の誘電率を上げることなく且つ製造工程を簡略化できる半導体装置の製造方法及び製造装置を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る半導体装置の製造方法は、基板表面上の第 1 の絶縁膜に形成された凹部に、金属拡散防止用のバリア層を介して配線用の金属を埋め込む工程と、

前記基板を研磨して前記凹部よりも上方側の金属を除去して凹部内に第 1 の金属層を残す工程と、

前記基板表面を、前記金属層に付着する有機物質の溶液に接触させ、前記金属層の表面に前記有機物質からなる金属拡散防止用の保護膜を形成する工程と、

前記基板表面に第 2 の絶縁膜を形成する工程と、

この第 2 の絶縁膜における前記第 1 の金属層の上方領域に凹部を形成し、前記第 1 の金属層に接続される配線用の第 2 の金属層をバリア層を介して凹部に埋め込む工程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

保護膜は、第 1 の金属層の上に第 2 の絶縁膜を形成したときに当該第 1 の金属層から第 2 の絶縁膜への金属の拡散を防止するためのものであるが、この保護膜は、基板表面に有機物質の溶液を接触させることにより形成されるので、保護膜の形成工程が簡単になり、また絶縁膜の誘電率にも影響を与え得ない。

【 0 0 1 0 】

また前記基板表面を前記有機物質の溶液に接触させた後、前記基板表面を洗浄してもよい。前記配線用の金属としては例えば銅が用いられる。

【 0 0 1 1 】

本発明の半導体装置の製造装置は、例えば上述の工程の一部を実施するためのものであり、基板上の絶縁膜の凹部に金属層が形成された複数枚の基板を収納した基板カセットが搬入される搬入部と、

基板の表面を洗浄するための第 1 の洗浄ユニットと、



洗浄された基板に、金属層に付着する溶液を接触させ、金属層の表面に金属拡散防止用の保護膜を形成するための処理ユニットと、

前記搬入部に搬入された基板カセットから基板を取り出し、前記ユニット間を搬送するための搬送部と、を備えたことを特徴とする。前記溶液は例えば有機物質の溶液であり、この場合当該有機物質からなる金属拡散防止用の保護膜が形成される。あるいは前記溶液は例えば金属塩の溶液であり、この場合当該金属塩を構成する金属からなる金属拡散防止用の保護膜が形成される。前記金属層としては例えば銅が用いられる。

#### 【0012】

また前記基板は例えば絶縁膜の凹部に金属層を残すために表面の金属層が研磨されたものであり、この場合第1の洗浄ユニットは研磨された基板上に付着しているパーティクルを除去するものである。

#### 【0013】

またこの製造装置においては処理ユニットにて処理された基板を洗浄液により洗浄するための第2の洗浄ユニットと、ここで洗浄された基板を乾燥するための乾燥ユニットと、を設けても良い。この場合第1の洗浄ユニット、処理ユニット、第2の洗浄ユニット及び乾燥ユニットは、例えば共通のユニットとして構成してもよい。

#### 【0014】

#### 【発明の実施の形態】

本発明における半導体装置の製造方法の実施の形態として、説明の簡略化のためにいわゆるシングルダマシン工程を例にとって図1及び図2を用いて説明する。

#### 【0015】

図1は基板上に形成された $n$ 段目の回路中に引き回される配線（金属層）の上にビアホールを形成して、 $n+1$ 段目の回路中の配線に接続する接続線（本実施の形態ではこれも配線と呼ぶ）を形成する工程を示している。図1中21は例えば誘電率の低いフッ素添加カーボン膜（CF膜）から成る $n$ 段目の絶縁膜（層間絶縁膜）、22は $n$ 段目の回路中の銅からなる配線である金属層、23は絶縁膜

2 1 への銅の拡散を防止するためのバリア層、2 4 は、後で詳述する保護膜である。図 1 (a) は n 段目の回路の上に第 1 の絶縁膜 3 1 を形成した状態を示している。先ず図 1 (b) に示すようにこの第 1 の絶縁膜 3 1 に例えばフォトレジストによるパターンマスクを用いてエッチングにより第 1 の凹部である第 1 の溝 3 2 を形成する。このエッチングにおいては、この点も後述するが保護膜 2 4 も除去される。

#### 【0 0 1 6】

次に図 1 (c) に示すように基板表面につまり第 1 の絶縁膜 3 1 及び第 1 の溝 3 2 の表面に、後工程で埋め込む銅の拡散及び酸化を防止するため、第 1 のバリア層 3 3 を形成する。この第 1 のバリア層 3 3 はスパッタリングなどの工程により形成し、例えば  $Ta_2O_5$  (酸化タンタル)、 $TaN$  (窒化タンタル)、 $TiN$  (窒化チタン) などが用いられる。そして図 1 (d) に示すように基板表面に例えばスパッタリングで銅を堆積させて第 1 の溝 3 2 へ銅 3 4 が埋め込まれる。しかる後図 2 (a) に示すように CMP 工程によって基板表面を研磨して第 1 の溝 3 2 よりも上方側の部分の銅 3 4 及びバリア層 3 3 を除去し、第 1 の溝 3 2 内に銅 3 4 が残されて第 1 の金属層 3 5 が形成される。CMP 工程とは、基板である半導体ウエハを回転台上に固定して回転させると共に研磨布で押圧し、研磨液を供給しながら化学的、機械的の両研磨作用により研磨を行う工程である。次いで、図 2 (b) に示すように第 1 の金属層 3 5 の上に保護膜 4 を形成する。

#### 【0 0 1 7】

図 3 は、保護膜 4 の形成工程を示す工程図であり、銅の埋め込み (STEP 1) を行った後、CMP 工程 (STEP 2) を行い、その後 CMP により汚れている基板を洗浄 (STEP 3) してパーティクルを除去する。続いて例えばベンゾトリアソール溶液 (薬液) を接触させ、例えば基板を前記薬液中に浸漬 (STEP 4) し、乾燥させる。ここでベンゾトリアソールは銅 3 4 と錯化合物を作り、銅 3 4 表面に付着するので、洗浄 (STEP 5) すると銅以外の部位に付着しているベンゾトリアソールは洗い流される。その後乾燥 (STEP 6) を行い、結果として銅 3 4 表面にベンゾトリアソールからなる保護膜 4 が形成される。

#### 【0 0 1 8】

その後は、図 1 (a)以降と同様に基板表面に第 2 の絶縁膜を形成し、この絶縁膜に溝を形成して  $n + 1$  段目の回路の配線をなす銅からなる第 2 の金属層を形成する。保護膜 4 はベンゾトリアゾールからなるため、絶縁膜をエッチングして溝を形成するとき、絶縁膜の下の保護膜 4 も同時に除去される。この場合のエッチングガスとしては例えばフッ素系ガス ( $\text{CF}_4$ ) が用いられる。

#### 【0019】

上述実施の形態によれば銅 3 4 の上に保護膜 4 を簡単な工程で形成することができ、また絶縁膜 (3 1) のエッチングのときに併せて保護膜 4 はもエッチングされるので、ダマシン工程が簡単になる。また保護膜 4 は、銅 3 4 の表面にのみ残存して付着するので、絶縁膜 3 1 中には保護膜は形成されず、従って絶縁膜 3 1 の誘電率に影響を与えることもない。なお保護膜 4 を形成するためには、金属に対して錯形成能力を有する他の錯化剤を用いることも可能である。

#### 【0020】

例えば銅 3 4 表面から絶縁膜 3 1 中への銅イオンの拡散を防止する錯化剤としては、銅 3 4 に対し高い錯形成能力を持つ前述のベンゾトリアゾールの他、*o*-トリルトリアゾール、*p*-トリルトリアゾール等が挙げられる。

#### 【0021】

この他の有効な化合物として脂環式アルコール化合物、糖類、芳香環式フェノール化合物、芳香環式カルボン酸化合物、脂肪族カルボン酸化合物およびその誘導体、アミノポリカルボン酸化合物、ホスホン酸化合物、アルカノールアミン化合物、芳香環式アミン化合物、脂肪族アミン化合物等が挙げられる。

#### 【0022】

脂環式アルコール化合物の例としては 1,2-ジヒドロキシシクロヘキサン等が挙げられる。

#### 【0023】

糖類の例としては、ソルビトール、ショ糖、デンプン等が挙げられる。

#### 【0024】

芳香環式フェノール化合物の例としては、フェノール、*o*-クレゾール、*m*-クレゾール、*p*-クレゾール、レゾルシノール、2,3-ピリジンジオール、4,6-

ジヒドロキシピリジン、*m*-ニトロフェノール、カテコール、ピロガロール等が挙げられる。

【0025】

芳香環式カルボン酸化合物の例としては、安息香酸、*o*-トルイル酸、*m*-トルイル酸、*p*-トルイル酸等が挙げられる。

【0026】

脂肪族カルボン酸の化合物の例としては、ギ酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、イソ酪酸、吉草酸、イソ芳草酸、カプロン酸、トリメチル酢酸、アクリル酸等が挙げられる、

またその誘導体の例として脂肪族カルボン酸エステル（一例、酢酸エチルエステル）、脂肪族カルボン酸アミド（一例、プロピオン酸アミド）、脂肪族カルボン酸無水物（一例、無水酢酸）等が挙げられる。

【0027】

アミノポリカルボン酸の例としては、エチレンジアミン四酢酸（EDTA）、1,2-シクロヘキサンジアミン四酢酸（CyDTA）、トリエチレントトラアミン六酢酸（TTHA）、ニトリロ三酢酸（NTA）等が挙げられる。

【0028】

ホスホン酸化合物の例としては、メチルジホスホン酸、アミノトリス、エチリデンホスホン酸、1-ヒドロキシエチリデン-1,1ジホスホン酸、1-ヒドロキシブチリデン-1,1-ジホスホン酸、エチルアミノビス（メチレンホスホン酸）、ドデシルアミノビス（メチレンホスホン酸）、ニトリロトリス（メチレンホスホン酸）、エチレンジアミンビス（メチレンホスホン酸）、エチレンジアミンテトラキス（メチレンホスホン酸）、ヘキセンジアミンテトラキス（メチレンホスホン酸）、ジエチレントリアミンペンタ（メチレンホスホン酸）、或いはこれらのアンモニウム塩、アルカリ金属塩からなる化合物等が挙げられる。

【0029】

アルカノールアミン化合物の例としては、モノエタノールアミン等が挙げられる。

【0030】

芳香環式アミン化合物の例としては、アニリン、2-メチルアニリン等が挙げられる。

【0031】

脂肪族アミン化合物の例としては、メチルアミン、エチルアミン、エチレンジアミン、ヒドロキシアミン、エトキシアミン、メチルヒドラジン等が挙げられる。

【0032】

以上の化合物の他に、アントラニール酸、o-ヒドロキシアニリン、没食子酸、没食子酸エステル等が挙げられる。

【0033】

なおこれらは単独で、または2種以上を組み合わせ用いることができる。

【0034】

ここで以下にウエハ上の銅層の表面にベンゾトリアゾールを付着させるための装置についてバッチ式の処理ユニットを例にとって説明する。図4は処理ユニットを示す図であり、この処理ユニットU1は、ベンゾトリアゾールからなる薬液が満たされた処理槽5と、例えば50枚のウエハWを各々垂直の状態であつ並列に並べた状態で一括して側方から把持する、横に開閉自在な一对の把持アーム51、51と、この把持アーム51、51を支持し、横方向及び上下方向に移動できる支持アーム52と、を備えている。

【0035】

把持アーム51、51によるウエハWの把持については、例えば図示しないウエハカセットの下方側から突き上げ部材により25枚のウエハを突き上げ、これらウエハを把持アーム51、51により一括して把持することによって行われる。なお把持アーム51、51は例えば25枚ずつ2分割されており、上述の操作を2回行って50枚把持する。そして把持アーム51、51を処理槽5内に降下させることによりウエハWが処理槽5内に浸漬される。また処理槽5はオーバーフロー分を処理槽5内に例えば底部から戻すように流路やポンプが設けられているが図では省略してある。

【0036】

図 5 はこの処理ユニットを半導体装置の製造装置内に組み込んだ例を示している。装置全体は、洗浄処理前の被処理基板例えばウエハをカセット単位で収容する搬入部 1 0 0 と、ウエハの洗浄処理が行われる洗浄処理部 2 0 0 と、洗浄処理後のウエハをカセット単位で取り出すための搬出部 3 0 0 との 3 つのゾーンによって構成されている。

#### 【 0 0 3 7 】

搬入部 1 0 0 では、例えば 2 5 枚のウエハが収容されてカセット C が外部からカセット搬送手段 6 0 により待機部 6 1 に一旦搬入された後、ローダ部 6 2 に搬送され、ここで図では見えないウエハ把持機構（把持アーム）によりカセット C 内のウエハが中間保持部に移し換えられる。洗浄処理部 2 0 0 では、搬入部 1 0 0 と搬出部 3 0 0 とを結ぶライン（X 方向）に沿って複数台のウエハ搬送機構（図では便宜上 3 台のウエハ搬送機構 R 1 ～ R 3 ）が設けられている。なお前記ウエハ把持アーム及びウエハ搬送機構により搬送部が構成される。これらウエハ搬送機構 R 1 ～ R 3 は既述の把持アーム 5 1、5 1 と支持アーム 5 2 とからなるものである。また洗浄処理部 2 0 0 には図の例では 6 個の処理槽 T 1 ～ T 6 が X 方向に沿って配列されており、例えばウエハ搬送機構 R 1 は処理槽 T 1、T 2 を、ウエハ搬送機構 R 2 は処理槽 T 3、T 4 を、ウエハ搬送機構 R 3 は処理槽 T 5、T 6 を受け持つように構成されている。図 6 は洗浄処理部 2 0 0 の概略を示す平面図である。

#### 【 0 0 3 8 】

前記複数の処理槽（便宜上 T 1 ～ T 6 で示した槽）は、CMP 処理を終えたウエハを例えば洗浄する槽、次いでウエハを純水で洗浄する槽、ベンゾトリアゾールからなる薬液の入った処理槽、その薬液を IPA（イソプロピルアルコール）からなる洗浄液で洗浄する槽、純水で洗浄する槽、ウエハを乾燥するための槽に割り当てられる。この例では処理槽の前段側の槽が第 1 の洗浄ユニットに相当し、処理槽の後段側の槽が第 2 の洗浄ユニットに相当する。なおこの他ウエハ搬送機構 R 1、R 3 の把持アームを洗浄、乾燥するための槽が更に設けられることもある。

#### 【 0 0 3 9 】

このような製造装置において、ローダ部 6 2 からウエハ搬送機構 (R 1 ~ R 3) に受け渡されたウエハ W は、処理槽 (T 1 ~ T 6) 内に順次浸漬されて、パーティクル除去のための洗浄、保護膜の付着、後洗浄といった処理が順次行われる。なお隣接するウエハ搬送機構間のウエハの受け渡しは、図示しない中間受け渡し台を介して行われる。なおウエハが取り出された後の空のカセット C は、図示しない搬送機構によって搬出部 3 0 0 側に送られる。

## 【 0 0 4 0 】

以上においてウエハ上に前記保護膜を形成する処理ユニットとしては、例えば図 7 に示すように、ウエハをスピンさせて 1 枚ずつ処理する枚葉式の処理ユニットでもよい。図 7 において 7 1 はカップ、7 2 はモータ M により水平面に沿って回転するスピンチャック、7 3 はスピンチャック 7 2 を昇降させる昇降部、7 4 は排出管である。また 7 5 は供給管 7 6 の先端に設けられたノズルであり、把持アーム 7 7 により把持されている。この薬液塗布ユニットは例えば洗浄ユニットも兼用しており、ウエハ W がスピンチャック 7 2 に保持された後、スピンチャック 7 2 によりウエハ W を回転させながら洗浄ブラシ 7 8 をウエハ W 表面に接触させ、ノズル 7 5 からウエハ W 中心部に洗浄液例えば純水を供給して、洗浄ブラシ 7 8 によりウエハ W を洗浄する。次いで保護膜形成用の薬液をウエハ W 中心部に供給し、いわゆるスピンコーティングによりウエハ W 表面へ塗布を行う。なおノズルの交換については、カップ 7 1 に隣接して、複数の供給管に夫々取り付けられた複数のノズルが置かれており、把持アーム 7 7 がそれらノズルの中から 1 個のノズルを把持してウエハ W の上方に搬送することによって行われる。

## 【 0 0 4 1 】

図 8 に上述の枚葉式の処理ユニット (薬液塗布及び洗浄を行うユニット) を組み込んだ製造装置の一例の概略平面図を示す。この装置において、8 はカセットステーションであり、例えば 4 個のウエハカセット C が載置される。ウエハカセット C 内のウエハ W は、X、Y、 $\theta$  (水平回転)、Z (鉛直方向) 方向に移動自在な搬送機構である受け渡しアーム 8 1 により取り出されて中間受け渡し台 8 2 に受け渡される。この中間受け渡し台 8 2 の奥側にはメインアーム 8 3 が走行自在に設けられ、このメインアーム 8 3 の走行路の両側には、既述の処理ユニット

84 が並んで設けられている。中間受け渡し台 82 上のウエハ W はメインアーム 83 を介して処理ユニット 84 に搬入され、既述の処理がされる。この例では受け渡しアーム 81、中間受け渡し台 82 及びメインアーム 83 により搬送部が構成される。なおこの例では処理ユニット 84 にて洗浄、保護膜形成用の薬液塗布の両方を行わせているが、洗浄ブラシでパーティクルを除去するユニット、前記薬液に塗布するユニット、その後の洗浄を行うユニット、といった具合に一連の処理を複数のユニットに分散させてもよい。前記薬液を基板に接触させる手法としては、スプレーにより薬液を基板に吹き付けてもよい。

#### 【0042】

以上のように保護膜を形成するユニットを製造装置の中に組み込むことにより、保護膜の形成装置を別途設ける場合に比べて装置全体の占有領域が小さくなり、クリーンルームのスペースを有効に活用できる。また洗浄、保護膜の形成を連続して行えるのでスループットが高く、ダマシンプロセスを実施するシステムに用いる洗浄装置として、付加価値の高いものになる。

#### 【0043】

また本発明において、配線に使用される金属が例えば銅である場合、銅配線表面から層間絶縁膜への銅イオンの拡散を防止するための金属保護膜（皮膜）を形成する手法としては、第一塩化錫（ $\text{SnCl}_2$ ）、ホウフッ化錫（ $\text{Sn}(\text{BF}_4)_2$ ）、硫酸第一錫（ $\text{SnSO}_4$ ）、硫酸ニッケル（ $\text{NiSO}_4$ ）、塩化ニッケル（ $\text{NiCl}_2$ ）、スルファミン酸ニッケル（ $\text{NiHSO}_3\text{NH}_2$ ）等の比較的容易に銅との合金を形成しやすい成分を含有する化合物を銅表面に接触させることが望ましい。この場合においても基板表面に金属塩溶液を接触させ、次いで基板表面を洗浄するようにして処理が行われる。保護膜の形態については、配線金属の表面が金属であれば無電解メッキされた状態となり、例えば第一塩化錫（ $\text{SnCl}_2$ ）溶液を用いた場合、銅の表面に  $\text{Sn}-\text{Cu}$  層が形成され、この保護膜により銅の絶縁膜への拡散が防止される。

#### 【0044】

またダマシンプロセスは、シングルダマシンに限らず、 $n+1$  層目の配線とビアホール内の配線とを同時に埋め込むいわゆるデュアルダマシン工程に適用して



もよい。更にまた金属層としては銅に限らず白金や金などであってもよいし、絶縁膜としては、 $\text{SiO}_2$ 膜や $\text{SiOF}$ 膜などであってもよい。

【0045】

【発明の効果】

以上のように本発明の製造方法によれば、ダマシンプロセスを利用した配線の埋め込み工程において金属イオンの拡散を防ぐことにより信頼性を向上させ、且つ製造工程を簡略化できる。また本発明の製造装置によれば、基板の洗浄と基板の金属層上の保護膜の形成とを連続して行うことができ、スループットの向上、設備の小型化を図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態における半導体基板の状態を説明するための断面図である。

【図2】

本実施の形態における半導体基板の状態を説明するための断面図である。

【図3】

金属層表面に保護膜を形成する工程を示す工程図である。

【図4】

半導体基板上に絶縁膜を作るための処理ユニット（バッチ式）を表す斜視図である。

【図5】

内部に処理ユニット（バッチ式）を組み込んだ洗浄装置を表す斜視図である。

【図6】

製造装置の洗浄処理部200の概略を示す平面図である。

【図7】

半導体基板上に絶縁膜を作るための処理ユニット（枚葉式）を表す全体図である。

【図8】

内部に処理ユニット（枚葉式）を組み込んだ製造装置を表す平面図である。

【図9】

従来発明におけるダマシンプロセスを説明するための半導体基板の断面図である。

【符号の説明】

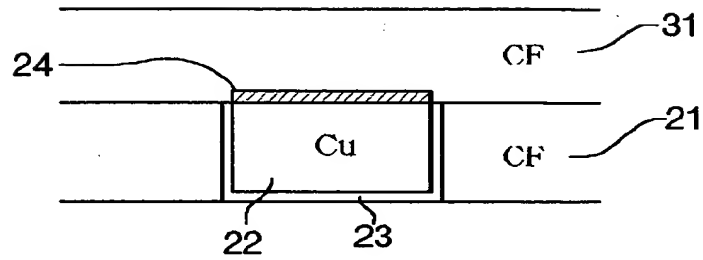
- 2 1      n 段目の絶縁膜
- 2 4      保護膜
- 3 1      第 1 の絶縁膜
- 3 2      第 1 の溝
- 3 3      第 1 のバリア層
- 3 4      銅
- 3 5      金属層
- 4        保護膜
- 5        処理槽
- 5 1      把持アーム
- 5 2      支持アーム
- 6 0      カセット搬送手段
- 6 1      待機部
- 6 2      ロータ部
- 6 3      洗浄・乾燥ライン
- 7 1      カップ
- 7 2      スピンチャック
- 7 5      ノズル
- 7 7      把持アーム
- 7 8      洗浄ブラシ

【書類名】

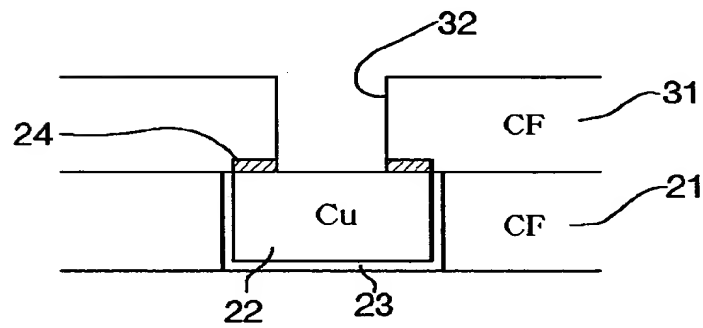
図面

【図 1】

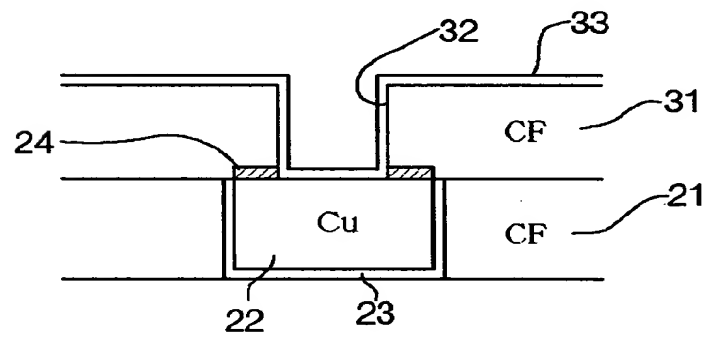
(a)



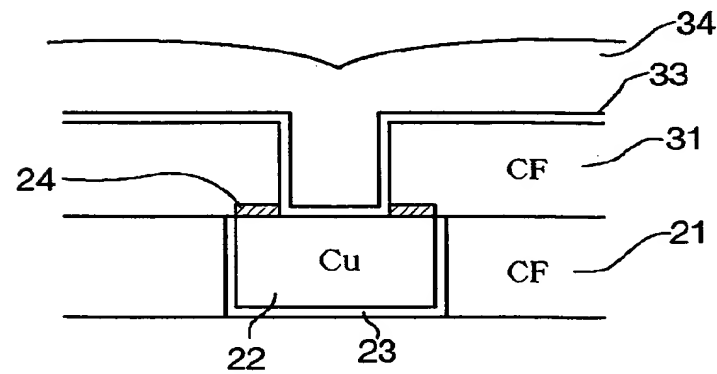
(b)



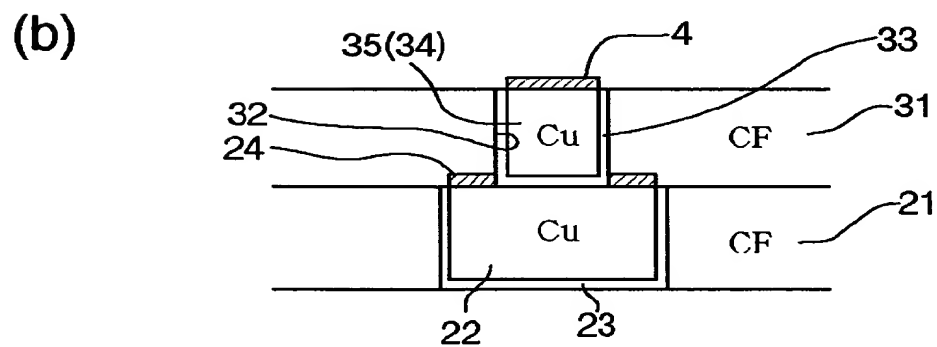
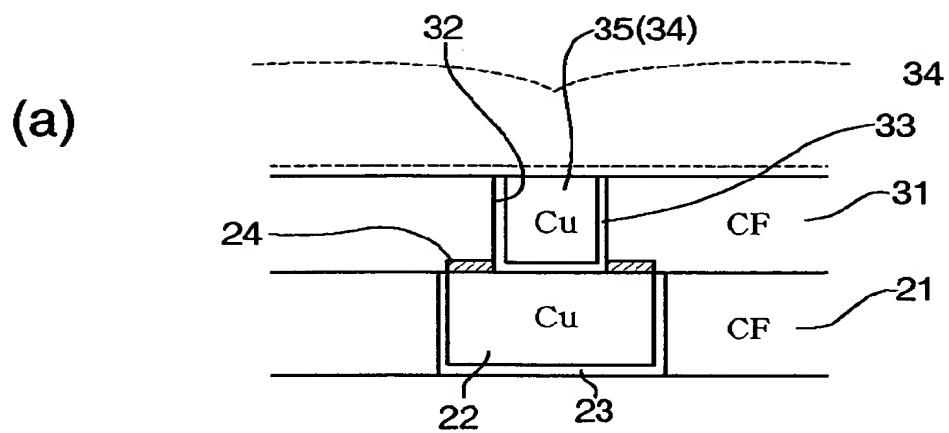
(c)



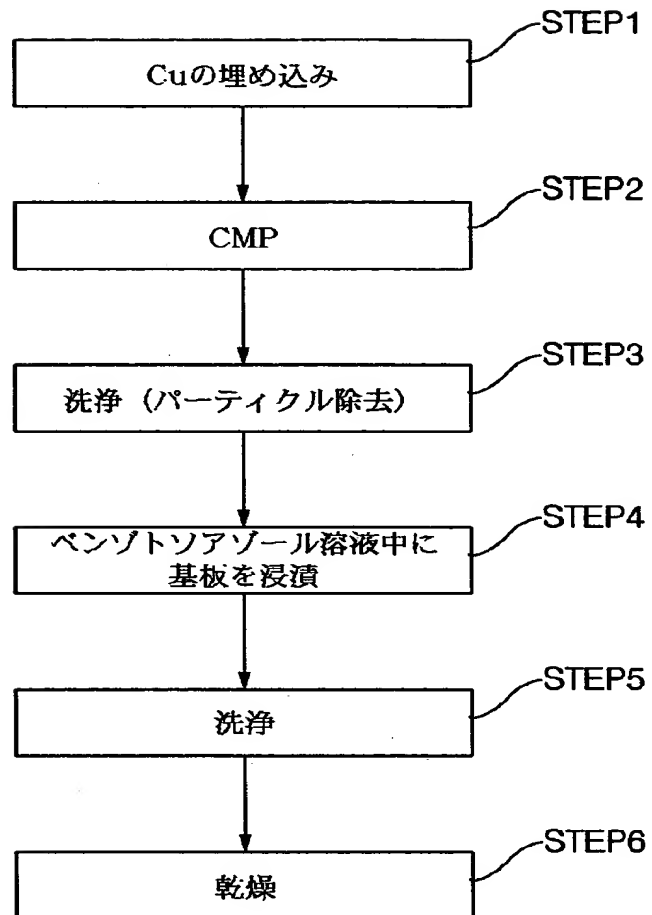
(d)



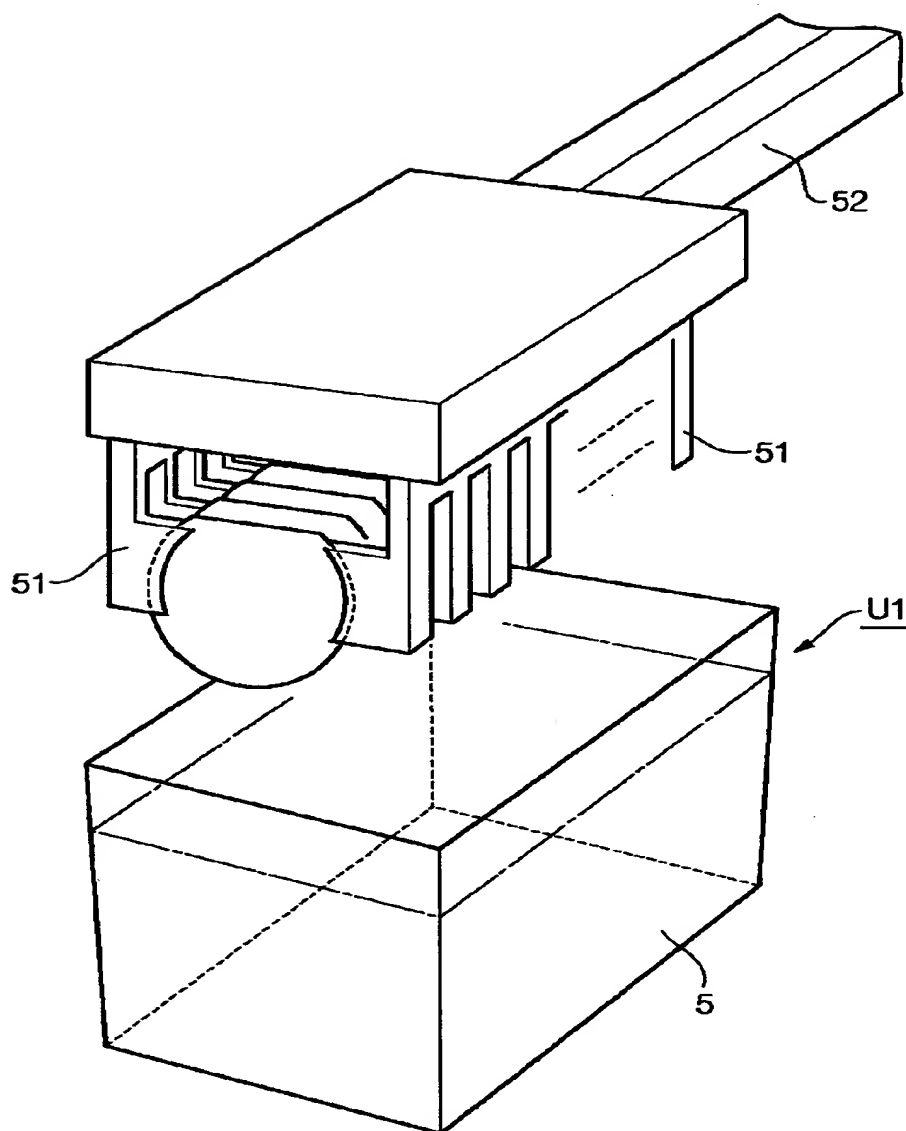
【図 2】



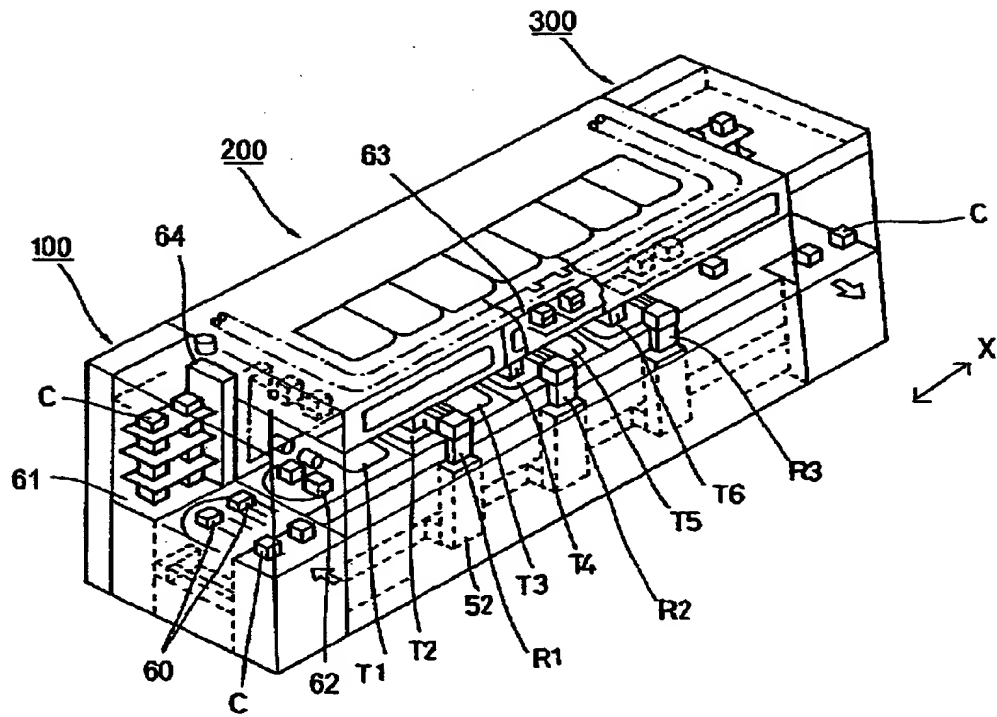
【図 3】



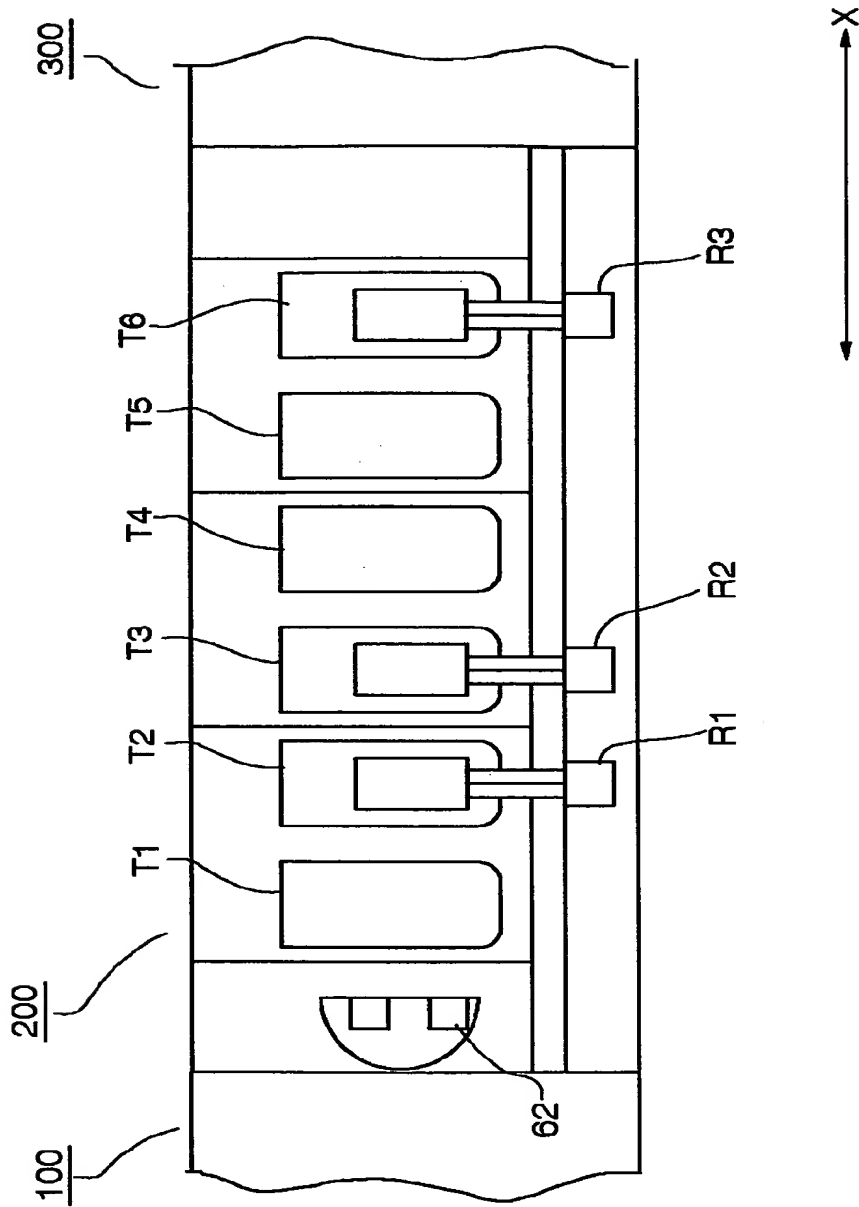
【図4】



【図 5】

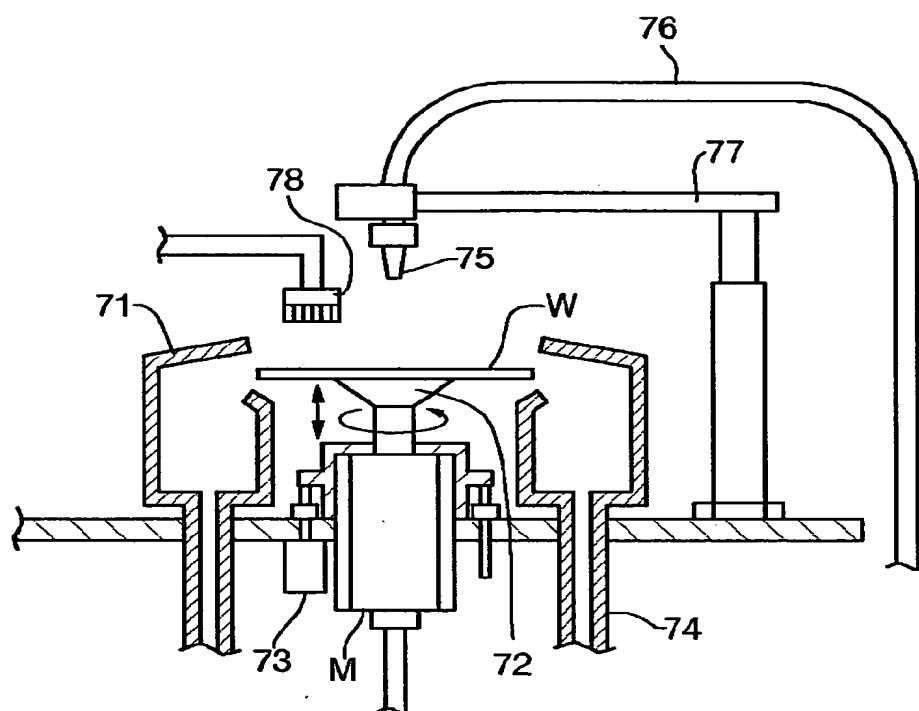


【図 6】

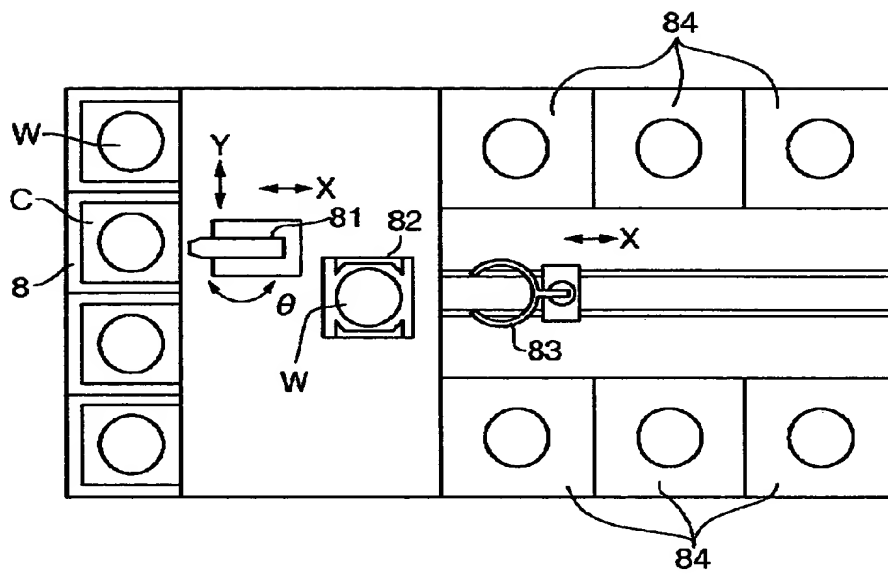




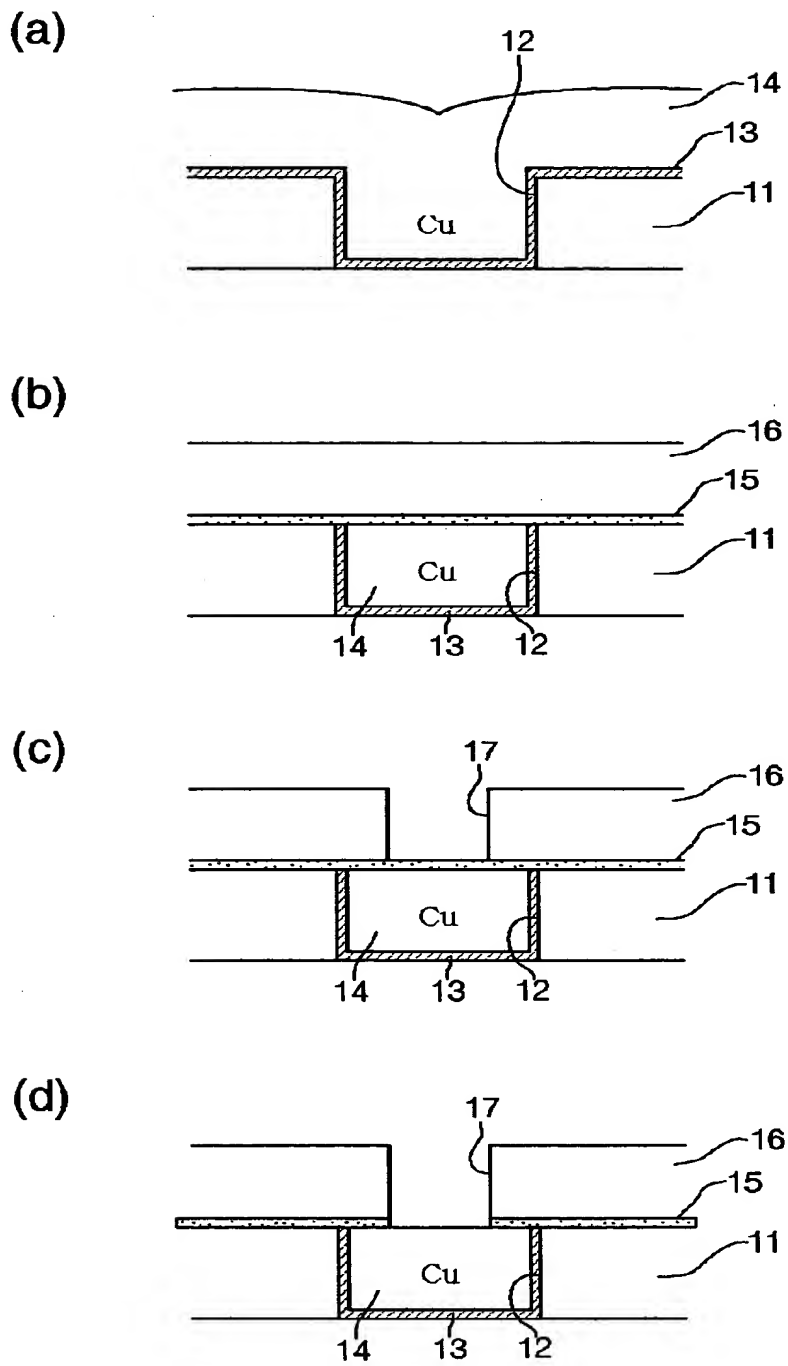
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ダマシンプロセスを利用した半導体装置への配線の埋め込み工程において絶縁膜の誘電率を上げず且つ製造工程の簡略化を達成すること。

【解決手段】 ダマシンプロセスにおける金属層へ保護膜を形成する工程で、研磨された基板上に付着しているパーティクルを除去するための洗浄ユニットと、パーティクルが除去された基板上の金属層に付着する有機物質例えばベンゾトリアゾール溶液を接触させるための処理ユニットと、を組み合わせる。処理ユニットと洗浄ユニットとの組合せはバッチ式、枚葉式の夫々の装置を用いることが可能である。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社